



## Monitoramento do Consumo de Água: Implementação de Sistema de Monitoramento com NodeMCU e MQTT.

Allan Pradella Frushio, Professor Leandro Carlos Fernandes

Faculdade de Computação e Informática  
Universidade Presbiteriana Mackenzie (UPM) – São Paulo, SP – Brazil

[allanpradella@gmail.com](mailto:allanpradella@gmail.com)

**Abstract.** *The project proposes a simple and functional system for monitoring and controlling water consumption, using affordable and low-cost technology. The system integrates a water flow sensor, a **NodeMCU** (ESP32) microcontroller, and a solenoid valve to interrupt the water supply in cases of leaks or excessive consumption. Communication between the device and the user is carried out via the **MQTT** protocol, enabling real-time data visualization on a monitoring platform.*

**Resumo.** *O projeto propõe um sistema simples e funcional para monitoramento e controle de consumo de água, utilizando tecnologia acessível e de baixo custo. O sistema integra um sensor de fluxo de água, um microcontrolador **NodeMCU** (ESP32) e uma válvula solenoide para interromper o fornecimento de água em casos de vazamento ou consumo excessivo. A comunicação entre o dispositivo e o usuário é feita via protocolo **MQTT**, permitindo a visualização dos dados em tempo real em uma plataforma de monitoramento.*

### 1. Introdução

A crescente escassez de recursos hídricos e os desafios relacionados à gestão eficiente da água exigem soluções inovadoras e sustentáveis. O Objetivo de Desenvolvimento Sustentável (ODS) nº 6, relacionado a "**Água Potável e Saneamento**", destaca a importância de garantir a disponibilidade e a gestão sustentável da água para todos. Nesse contexto, a implementação de tecnologias de monitoramento e controle do consumo de água surge como uma estratégia essencial para a redução do desperdício e a promoção do uso consciente desse recurso.

Este trabalho propõe o desenvolvimento de um sistema inteligente de monitoramento e controle do consumo de água, utilizando plataformas acessíveis, como o **NodeMCU** (ESP32), integrado a um sensor de fluxo de água e a uma válvula solenoide como atuador. O sistema, ao detectar vazamentos ou consumo excessivo, será capaz de interromper automaticamente o fornecimento de água, promovendo maior

eficiência no uso desse recurso. A comunicação será realizada por meio do protocolo MQTT, permitindo a integração com a internet e o envio de dados para plataformas de monitoramento em tempo real.

Um estudo intitulado "**O monitoramento como ferramenta da redução do consumo de água potável na Faculdade de Ciências da Administração de Pernambuco – FCAP/UPE**" aborda a implementação de sistemas de monitoramento como uma estratégia eficaz para reduzir o consumo de água. A pesquisa destaca o uso de tecnologias acessíveis para promover a economia de água, alinhando-se aos objetivos de sustentabilidade e eficiência no uso dos recursos hídricos. O estudo teve como objetivo diagnosticar o padrão de consumo de água e analisar o impacto dos vazamentos no consumo total da instituição. A metodologia incluiu o cadastro da edificação, levantamento populacional, monitoramento do consumo e análise de patologias, além do cálculo dos Índices de Consumo (IC) e Vazamentos (IV). Os resultados mostraram uma redução no consumo médio da instituição ao longo dos anos, caindo de 12 L/agente consumidor/dia entre 2012 e 2014 para 9 L/agente consumidor/dia no período de 2015 a 2017. O índice médio mensal de vazamentos foi de 8%, sendo os ambientes utilizados pelos funcionários os que mais apresentaram equipamentos com problemas. Além disso, o estudo ressaltou a importância da atuação do gestor de águas na redução do consumo, evidenciando que o monitoramento é essencial para a conservação desse recurso e para a melhoria do sistema de gestão hídrica da FCAP. Será abordado brevemente sobre o resultado obtido através do projeto realizado na Universidade.

O objetivo deste estudo é apresentar os detalhes do protótipo desenvolvido, abordando os componentes utilizados, o funcionamento do sistema e as etapas do processo de implementação. Além disso, será analisado o impacto do sistema na sustentabilidade, enfatizando sua relevância na conservação da água e sua contribuição para o cumprimento dos objetivos estabelecidos no **ODS 6**.

## **2. Materiais**

O sistema foi desenvolvido utilizando componentes principais interconectados ao dispositivo central de controle (ESP32), selecionados por seu custo acessível, eficácia operacional e potencial de aplicação sustentável.

## 2.1 Componentes do Sistema

**NodeMCU (ESP32):** Placa de desenvolvimento com microcontrolador **ESP32** responsável pelo processamento de dados e comunicação WiFi. Esta plataforma foi escolhida por sua relação custo-benefício, capacidade de processamento e conectividade integrada. O dispositivo permite o desenvolvimento de uma interface web acessível via navegador, utilizando HTML para estruturação, CSS para design visual e JavaScript para funcionalidades interativas.

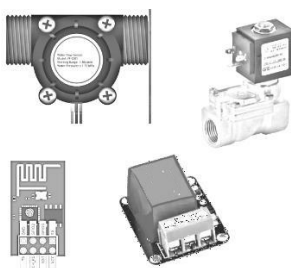
**Sensor de Fluxo de Água:** Dispositivo acoplado à tubulação principal que converte o fluxo de água em pulsos elétricos, permitindo medição precisa do consumo em tempo real. Sua seleção baseou-se no baixo custo, precisão adequada e facilidade de instalação, tornando-o acessível para implementação em diversos contextos residenciais.

**Válvula Solenoide:** Atuador principal do sistema, instalado na entrada de água da residência, capaz de interromper completamente o fornecimento quando acionada pelo sistema de controle. O componente foi selecionado por sua eficácia operacional, tempo rápido de resposta e custo compatível com a proposta do projeto.

**Módulo Relé:** Interface de potência entre o NodeMCU e a válvula solenoide, que garante isolamento elétrico e permite o controle de dispositivos de alta potência com sinais de baixa tensão. Este componente é essencial para o acionamento seguro da válvula, apresentando baixo consumo energético e custo reduzido.

**Protocolo MQTT:** Protocolo de comunicação machine-to-machine baseado no modelo publish/subscribe, utilizado para transmissão dos dados de consumo para uma plataforma de monitoramento em tempo real. A escolha deste protocolo deve-se à sua eficiência em redes com largura de banda limitada, baixa sobrecarga computacional e facilidade de implementação em sistemas embarcados.

Imagem 1 – Representação do Material



### 3. Metodologia

O sistema será projetado para ser instalado no ponto de entrada principal de água da residência ou do local a ser instalado, permitindo o monitoramento e controle de todo o consumo hídrico a ser instalado. A abordagem aplicada oferece as seguintes vantagens inicialmente planejadas:

- Monitoramento global do consumo.
- Capacidade de interromper todo o fornecimento em caso de vazamento.
- Simplicidade de instalação e manutenção.
- Visão consolidada dos padrões de consumo.

Acompanhamento do fluxo e vazão da água, garantindo o controle do uso.

#### 3.2 Implementação

A implementação do sistema segue as seguintes etapas determinadas até o entendimento das necessidades para a elaboração:

#### 3.3 Instalação Física

Para o procedimento da instalação física, será necessário a utilização da válvula solenoide, o sensor de fluxo e a montagem do controlador **NodeMCU** conectado com o relé na seguinte disposição:

- Acoplamento do sensor de fluxo na tubulação principal de entrada de água
- Instalação da válvula solenoide em série com o registro principal
- Montagem do circuito eletrônico de controle (**NodeMCU + módulo relé**)

#### 3.4 Instalação Inteligente

Para o funcionamento do sistema, será necessário configurar o dispositivo a partir da linguagem necessário e também a organização e sistematização do sensor com a lógica:

- Desenvolvimento do algoritmo de controle embarcado no **NodeMCU**.
- Calibração do sensor de fluxo para conversão de pulsos em vazão (**L/min**)

- Implementação da lógica de detecção de vazamentos (fluxo contínuo fora dos horários de uso padrão).

Quando o sistema detecta um vazamento ou consumo anômalo de água, o NodeMCU envia um sinal digital para o módulo relé, que aciona a válvula solenoide. O relé atua como um interruptor, permitindo o corte seguro da corrente elétrica necessária para fechar a válvula e interromper imediatamente o fornecimento de água, evitando desperdícios.

O desenvolvimento do algoritmo de controle será realizado utilizando a plataforma Arduino IDE, amplamente utilizada para programação de dispositivos baseados em ESP32, permitindo a integração das bibliotecas necessárias para o protocolo MQTT e o sensor de fluxo de água.

#### **4 Modelo de Montagem**

Para a validação prática do sistema de monitoramento de consumo de água com limite diário, foi desenvolvido um protótipo utilizando a plataforma de simulação Wokwi, com o microcontrolador ESP32 DevKit V1, integrando uma válvula solenoide (simulada por um relé e um LED), um botão (para liberação manual de bônus de consumo) e um display LCD 16x2 I2C.

O modelo foi configurado para refletir o cenário proposto pela Organização das Nações Unidas (ONU), que recomenda 110 litros de água por pessoa ao dia para suprir as necessidades básicas. O sistema simula um fluxo contínuo de água, onde a cada segundo o consumo incrementa automaticamente em 1 litro, sem necessidade de interação física inicial. Esse comportamento foi implementado para possibilitar uma demonstração prática e ágil, já que não seria viável a utilização de um sensor real de fluxo no ambiente simulado.

O consumo de água é calculado em tempo real e exibido no display LCD. O monitoramento contínuo permite a visualização direta da quantidade acumulada de litros consumidos. Ao atingir o limite diário de 110 litros, o sistema aciona o fechamento da válvula (representado pela ativação de um relé e o acendimento de um LED vermelho), e

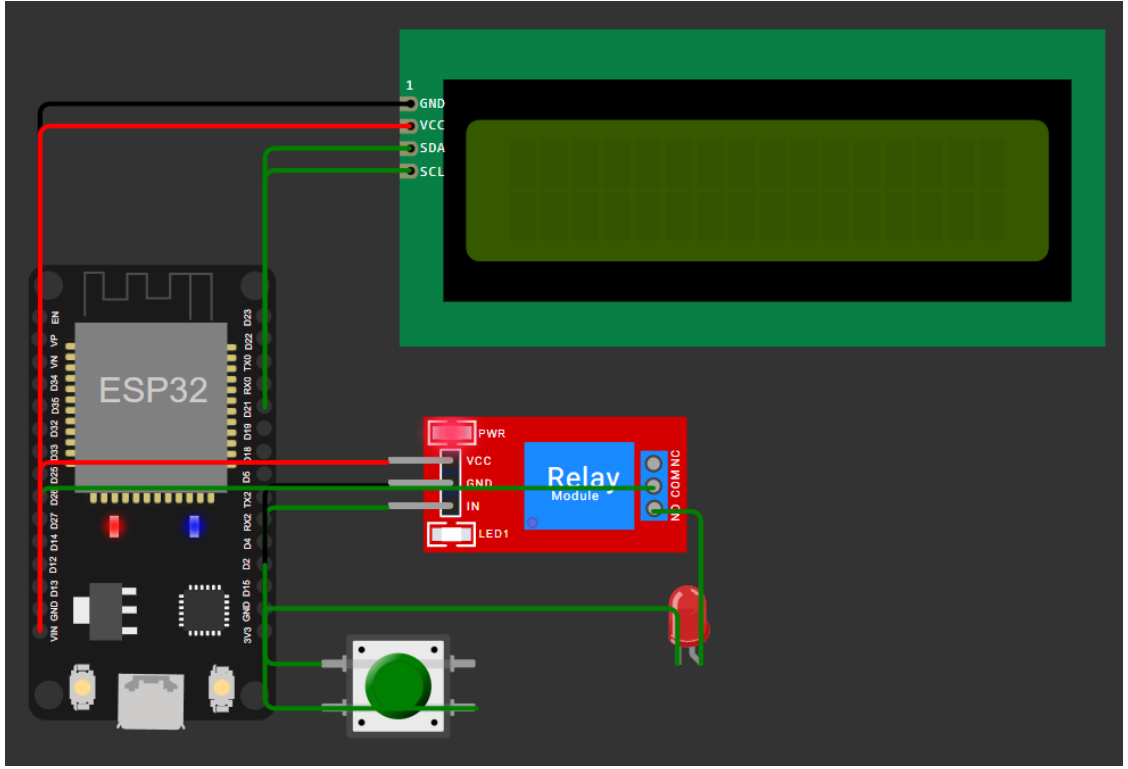
atualiza o display LCD com a mensagem de "Limite atingido", além de publicar uma notificação via protocolo MQTT, indicando que a válvula foi fechada.

Para simular cenários de exceção, foi implementada a funcionalidade de liberação de bônus de consumo. Ao pressionar o botão conectado ao ESP32, o sistema libera uma quantidade adicional de 20 litros de água, reabrindo a válvula para permitir o consumo de forma controlada. Cada liberação adicional de bônus é contabilizada e exibida no monitor serial, bem como no display LCD, facilitando a análise do uso extra solicitado.

As principais adaptações necessárias para a demonstração do projeto foram:

- Simulação do fluxo de água por incremento automático no consumo a cada segundo, em vez da leitura de um sensor de fluxo real.
- Representação da válvula solenoide por meio de um módulo relé e LED, devido às limitações do ambiente de simulação Wokwi.
- Utilização de um botão físico para liberar bônus de consumo, simulando uma solicitação manual de aumento de limite diário.
- Comunicação MQTT simulada, com envio de mensagens ao broker público HiveMQ, para demonstrar a capacidade de integração remota do sistema.

De acordo com a Organização Mundial da Saúde e o Alto Comissariado das Nações Unidas para os Direitos Humanos (2010), entre 50 e 100 litros de água por pessoa, por dia, são necessários para atender às necessidades básicas e minimizar preocupações com a saúde. Sendo assim, esse intervalo foi utilizado como base para definir a quantidade de água permitida na liberação do protótipo.



## **Referências Bibliográficas**

ESP8266 [Hardware]. NodeMCU Development Kit, 2020. Disponível em: [https://www.nodemcu.com/index\\_en.html](https://www.nodemcu.com/index_en.html). Acesso em: 28 mar. 2025.

G1/2" Water Flow Sensor [Datasheet]. Shenzhen Keyes Electronics, 2019. Disponível em: <https://www.keyestudio.com/products/keyestudio-g12-water-flow-sensor>. Acesso em: 28 mar. 2025.

MQTT Version 3.1.1 [Protocol]. OASIS Standard, 2014. Disponível em: <http://docs.oasis-open.org/mqtt/mqtt/v3.1.1/mqtt-v3.1.1.html>. Acesso em: 28 mar. 2025.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE (OMS); ALTO COMISSARIADO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA OS DIREITOS HUMANOS (OHCHR). The Right to Water. Fact Sheet No. 35. Genebra: Nações Unidas, 2010. Disponível em: <https://digitallibrary.un.org/record/690361/files/FactSheet35en.pdf>. Acesso em: 29 abr. 2025.

SOARES, Anna Elis Paz; PRADO, A. R. M.; SILVA, S. R. O monitoramento como ferramenta da redução do consumo de água potável na Faculdade de Ciências da Administração de Pernambuco – FCAP/UPE. Revista Técnico-Lógica, Santa Cruz do Sul, v. 23, n. 1, p. 42-48, 2019.

WOKWI. Simulador de projetos embarcados online. Disponível em: <https://wokwi.com>. Acesso em: 29 abr. 2025



